

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02141897  
PUBLICATION DATE : 31-05-90

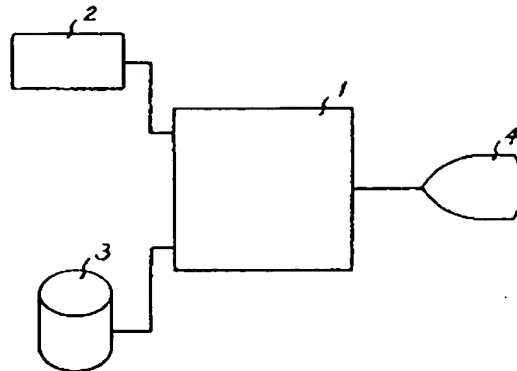
APPLICATION DATE : 24-11-88  
APPLICATION NUMBER : 63294554

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : TAKEUCHI TSUTOMU;

INT.CL. : G08B 31/00 G05B 23/02 G06F 9/44

TITLE : PREVENTIVE MAINTENANCE EXPERT  
SYSTEM



ABSTRACT : PURPOSE: To unbiasedly calculate the remaining service life of an apparatus with sufficient accuracy for practical use and to perform the preventive maintenance of a plant by coupling optimumply a formulated remaining service life evaluating arithmetic expression and empirical knowledge of plural experts, and diagnosing appropriately the remaining service life.

CONSTITUTION: With respect to an object apparatus or parts whose remaining service life is calculated, necessary information is obtained from a memory 2 and a plant data collecting device 3. Subsequently, based on a difference between a condition obtained by formulating a remaining service life arithmetic expression and an actual operating condition, or a variance of the apparatus and the parts, etc., how much a coefficient of a remaining service life arithmetic expression which is not shown in the figure is to be corrected is calculated by using the knowledge of an expert. By repeating the foregoing, the remaining service life is calculated with regard to all the object apparatuses, and thereafter, a necessary item for the maintenance is outputted to an output device 4.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-141897

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)5月31日

G 08 B 31/00  
G 05 B 23/02  
G 06 F 9/44

3 0 2 Y  
3 3 0 F

8621-5C  
7429-5H  
8724-5B

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 予防保全エキスパートシステム

⑯ 特 願 昭63-294554

⑰ 出 願 昭63(1988)11月24日

⑱ 発 明 者 佐 藤 隆 雄 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑲ 発 明 者 竹 内 力 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

予防保全エキスパートシステム

2. 特許請求の範囲

1. 対象機器に関する運転データ、試験データの種類、及び、その精度、運転の環境条件、あるいは、使用条件、過去の類似品の実績データ、機器の適用実績、並びに、前記機器に使用される部品の品質などのデータの種類、あるいは、複数を組み合わせ、定式化した余寿命算式の係数、または、余寿命算式の適用種類を自動的に変更することを特徴とする予防保全エキスパートシステム。
2. 対象機器に関する運転データ、試験データの種類、採取頻度、及び、その精度、運転の環境条件、あるいは、使用条件、過去の類似品の実績データ、機器の適用実績、並びに、前記機器に使用される部品の品質などのデータの種類あるいは複数を組み合わせ、定式化した余寿命算出式の適用種類、及び、算出式の係数の取を自動

的に変更することを特徴とする予防保全エキスパートシステム。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、大規模プラントに使われる機器、又は、装置の余寿命を診断し、故障が発生する前にその対策を行う予防保全エキスパートシステムに関する。

(従来の技術)

機器の余寿命を診断する方式には、予め、もつとも寿命の短いと考えられる部品の加速寿命試験結果を用い、実際の使用条件に合わせてそこで得られた結果を修正する方法、機器の寿命を決定する要因となる要素を実際の使用環境条件の中に設置しておき、破壊試験などでその寿命消費を確認するレプリカ保など種々ある。

しかし、試験条件と使用条件の不一致や、素材、品質のバラツキ、計測データの精度などが影響するため、十分な精度で余寿命を評価することは困難であった。

一方、これらの機器の保守の専門家は、過去の経験などにより、機器の余寿命を工学的に判断し、保守をしているが、人間の六感やひらめきは、常時、一定ではなく種々の変動要因を持っており、かつ、最近の機器や装置は、ますます、複雑となり、使用される部品の種類也多岐に亘り、一人の専門家が十分に取扱える範囲を越えるものが多くなっている。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は、このような従来技術の欠点を解決し、実用上十分な精度で機器の余寿命を不偏的に算出し、経済性を損なうことなく、プラントの予防保全が実施できるシステムを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明の予防保全エキスパートシステムは、定式化した余寿命評価算式と、複数の専門家の経験的知識等を最適に結合して、余寿命を適切に診断することの特徴とする。

〔作用〕

いまある機器が、部品  $a_1, a_2 \dots a_n$  から構成

されているものとし、その中でもつとめて寿命の短い部品が  $a_i$  であるとする、それに対する寿命試験をし、その結果で機器の寿命を判定することが一般に行われている。このとき、寿命試験の環境条件や運転条件が実際の機器の使用条件とまったく同一であれば、その機器の寿命を実用上十分な精度で求めることが可能である。しかし、実際には、寿命試験をするとき加速的に試験をすることが多く、これらの条件は異なっているのが一般的であり、かつ、機器や部品は製作上のバラツキもあるし、余寿命評価のためのデータが、常時、必要十分な量と精度を満たして収集できるとも限らないため、寿命の診断は難しいのである。

一方、匠者が特定の条件下では人間の寿命を高精度で判定するように、専門家は特定の条件下で優れた判定をする能力を持っている。本発明は、加速寿命試験等から得られた余寿命算出法と、専門家の能力とを最適に組合せ、的確な余寿命診断を行わせるようにしたものである。

〔実施例〕

以下、本発明の具体的一実施例について図面を用いて詳細に説明する。

第1図は本発明システムの一実施例を示すシステム構成図であり、1は演算処理装置、2はデータを格納するメモリ、3はプラントのデータを収集するデータ収集装置、4は処理結果を出力する出力装置である。

まず、本発明の第一の実施例は、次のように動作する。プラントは複数の機器より構成され、どの機器が異常となつてもプラントの運転に対し、何らな悪影響を与えないものとする。

本発明システムは、余寿命を算出するアルゴリズムは、予め、加速寿命試験や過去の実績等から定式化されており、その算式の中にエキスパートの経験などにより定まる修正量を加味できるようになっている。

すなわち、機器、又は、部品での余寿命  $T_{Li}$  は

$$\frac{1}{T_{Li}} = k_i f(a_i, x_i) \quad \dots (1)$$

ただし、 $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $x_i$ : 寿命決定変数

の形で与えられ、 $k_i$  及び  $a_i$  が修正量を加味する係数である。式(1)は、機器、または、部品毎に一对一に定められており、特定の条件下における余寿命を表す。

第2図は本発明システムの動作を表わすフロー線図である。ステップ10では、今回余寿命を算出する対象機器、又は、部品を決定する。ステップ20では、決定した対象機器、または、部品に対し、余寿命を算出するために必要な情報を、第1図に示したメモリ2及びプラントデータ収集装置3より獲得する。ステップ30では、余寿命算式を定式化した条件と、実際の運用条件の差、あるいは、機器や部品のバラツキなどを根拠として、余寿命算式の係数、たとえば、(1)式の  $k_i$ 、または  $a_i$  のいずれを、どれだけ修正すべきかを、エキスパートの知識を用いて算出する。

ステップ40では、ステップ30で算出した結果を用い、(1)式の係数を修正する。ここまでの処理で対象とする機器、または、部品での余寿命算式が具体的に決定したことになるので、ステッ

ブ50で、 $T_{Li}$ を計算する。これを繰返し、全ての対象機器に関して余寿命の計算をした後、ステップ60で保守の必要な項目を第1図の出力装置4に出力する。

この実施例の特徴は、余寿命を算出する式を定式化した後も、その後得た知見により簡単に修正できる点にある。

第一の実施例で、具体的にどのような情報によりどの係数を修正するかの実施例を示したのが第3図である。第3図のように分ける基本的な考え方は、たとえば、製品のバラツキや成熟度などのデータは、余寿命を決める全体の因子に影響するのに対し、収集したデータの項目や量などは、ある特定の因子に対し影響を与えるという観点で決定したものであり、より具体的には対象機器が決定したとき詳細に決定できる。

第2の実施例は、たとえば、余寿命算出のための算出式が機器の特定の使用条件や環境条件等により、変更する必要がある場合に用いる。たとえば、蒸気タービンの余寿命を算出する場合に、そ

のタービンの運転条件が定出力運転で使われるか日々起動停止をする運転法で使われるかにより、クリープ損傷が支配的要因になるか疲労損傷が支配的になるかが変化する。そして、その支配要因により余寿命を算出するための評価式も、当然、変更しなければならない。

このように、機器の運転条件により寿命消費の因子が変化することは良く知られており、余寿命を的確に判定するには、これを考慮する必要があるが、上述の蒸気タービンの例で、ある期間一定出力で運転し、残る期間日々起動停止をした場合、いずれの評価式を使用すべきかという問題があり、ここに専門家の知識を活用する必要性が生じる。

いま、この運転条件等の差により、機器、又は、部品*i*についての条件*n*における余寿命評価式 $T_{Li,n}$ を次のように表わす。

$$\frac{1}{T_{Li,n}} = k_{i,n} f(a_{i,n}, x_{i,n}) \quad \dots (2)$$

ここに*i*、*n*は整数を表わし、 $x_{i,n}$ は $T_{Li,n}$ に影響を与える寿命決定変数である。

第4図は、第二の実施例を示す処理のフロー線図である。ステップ10では第一の実施例と同様に余寿命算出の対象機器、又は、部品を選定する。ステップ20では同じく決定した機器、又は、部品に対し、余寿命算出のための必要な情報を第1図のメモリ2、及び、プラントデータ収集装置3より獲得する。ステップ35では、獲得した情報の量と内容とにより、機器が評価式の使用条件を定めるいずれの項になるかを、専門家の知識を用いて推論する。ステップ45では、ステップ30の結果を用い、具体的にどの算出式を用いるかを決定する。ステップ50では、その算出式を用い、 $T_{Li}$ の値を計算する。以上の処理を対象とする機器、または、部品全てについて実行した後、ステップ60に移り、処理結果を第1図の出力装置4に出力する。

この実施例の特徴は、機器の運転条件等が大幅に変化したような場合でも、比較的容易に余寿命を評価できる点にある。

次に、第三の実施例を説明する。第三の実施例

は第一の実施例と第二の実施例とを組合せたもので機器の運転条件等が大幅に変更になった場合でも、余寿命を算出するアルゴリズムの定式化における条件との差を詳細に反映可能としたものである。

具体的処理のフロー線図を第5図に示す。第5図において、ステップ10、20、35及び45は、第二の実施例における同一ステップの処理内容と同一である。ステップ45の後に、第一の実施例におけるステップ30及び40と同一の処理が実行される。また、ステップ50及び60は、第二の実施例における処理のステップ50と60と同一である。

第三の実施例の特徴は、処理は多少複雑になるが、余寿命の評価がより高精度にできる点にある。  
(発明の効果)

本発明によれば、大規模プラントの使用機器や部品に対し、不偏的な余寿命評価と、機器の故障前の予防保全が経済的に可能となる。

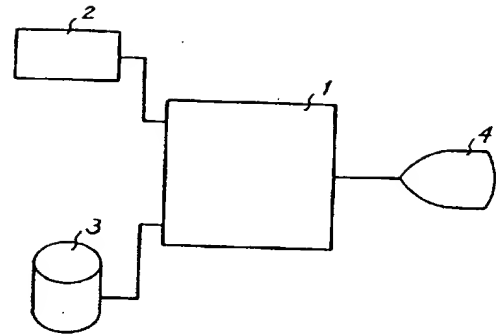
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例のブロック図、第2図は本発明の処理のフローチャート、第3図は係数修正の方法を示す一具体例図、第4図は本発明の第二の実施例の処理のフローチャート、第5図は本発明の第三の実施例の処理のフローチャートである。

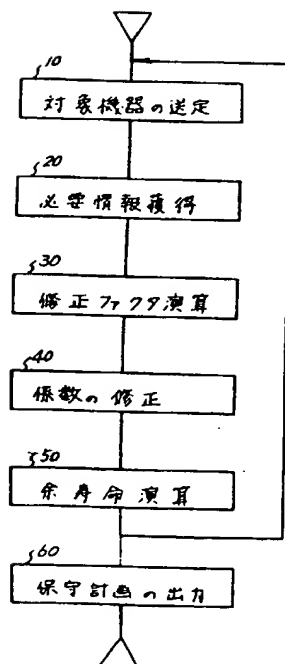
1…演算処理装置、2…メモリ、3…プラントデータ収集装置、4…出力装置。

代理人 弁理士 小川 勝男

第1図



第2図

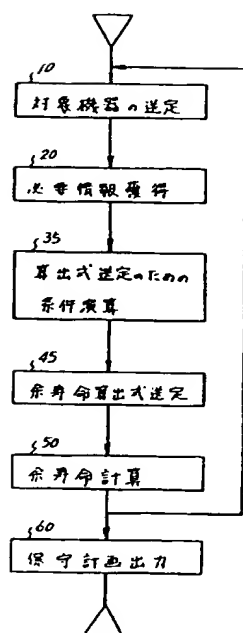


第3図

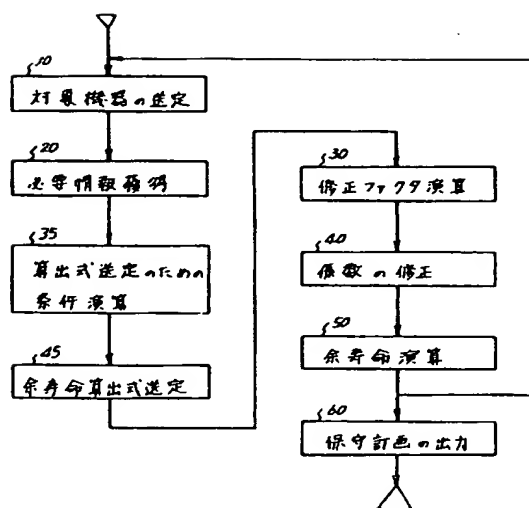
項 目	修正因子
装置又は部品の成熟度、製作上のバラツキ過去の類似品の実績データ、装置又は部品の運転条件、環境条件	長
収集データの種別、精度、量装置又は部品の運転条件、環境条件	$\alpha$



第4図



第5図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**